

# Instituto Tecnológico de Costa Rica

## Escuela Ingeniería en Computación

“Desarrollo e implementación del Modelo de  
Madurez CMMI nivel 3 en la empresa Novacomp”

Informe final de graduación  
para optar por el grado de Bachiller en  
Ingeniería en Computación

“Manuel Bourrouett Vásquez”

Sede San Carlos, I semestre 2017

# 1. Resumen Ejecutivo

El presente documento tiene la finalidad de dar a conocer la forma en la que se llevó a cabo el desarrollo del proyecto de práctica de especialidad, el cual consistió en la implementación de la norma de madurez CMMI nivel 3 en la empresa Servicios Computacionales Novacomp SA.

Novacomp es una empresa dedicada al desarrollo de software bajo modalidades de outtasking y fábrica de software, la cual tiene una filosofía de mejora continua, por lo que se encuentra constantemente buscando nuevas formas de mejorar sus procesos y por ende sus productos. Una de esas formas fue la decisión de buscar obtener el nivel 3 de madurez en CMMI.

Se revisaron procesos, documentación, se realizaron entrevistas a miembros del personal de Novacomp, reuniones, entre otras funciones, con tal de reunir los insumos suficientes para poner en marcha el proyecto.

Luego del análisis inicial se procedió con la elaboración de artefactos, políticas, procesos, entre otros, que son requeridos por CMMI para cumplir con la norma.

Finalmente se puso en ejecución la estructura de trabajo basada en CMMI donde se establece la forma en que se deben implementar los artefactos previamente diseñados, los responsables de su utilización y los beneficios que traerá a la empresa en cuanto al desarrollo de software.

**Palabras clave:** CMMI, proceso, artefacto, políticas, estándar.

## 2. Abstract

The purpose of this document is to make known the way in which the development of the specialty practice project was carried out, which consisted in the implementation of the CMMI level 3 maturity standard in the company Servicios Computacionales Novacomp SA.

Novacomp is a company dedicated to the development of out-tasking software and software factory, which has a philosophy of continuous improvement, so it is constantly looking for new ways to improve its processes and therefore its products. One of these ways was the decision to seek to achieve level 3 maturity in CMMI.

Processes, documentation, interviews with Novacomp staff members, meetings, among other functions were reviewed, to gather enough inputs to start the project.

After the initial analysis we proceeded with the elaboration of artifacts, policies, processes, among others, that are required by CMMI to comply with the standard.

Finally, the CMMI-based work structure was implemented, which establishes the way in which the previously designed artifacts should be deployed, the ones responsible for their use and the benefits they will bring to the company concerning software development.

**Keywords:** CMMI, process, artifact, policies, standard.

### 3. Tabla de contenidos

1. Resumen Ejecutivo .....	2
2. Abstract .....	3
3. Tabla de contenidos.....	4
4. Índice de figuras.....	5
5. Índice de tablas.....	6
6. Introducción .....	7
7. Descripción del problema.....	8
7.1 Acerca de Novacom .....	8
7.2 Acerca de CMMI .....	9
7.3 Antecedentes del proyecto .....	11
7.4 Enunciado del problema .....	12
7.5 Patrocinadores e involucrados.....	13
7.6 Resumen de necesidades y expectativas .....	14
7.7 Requerimientos no funcionales.....	15
7.8 Análisis de riesgos.....	16
7.9 Objetivos.....	19
7.10 Modelo de diseño .....	19
7.10.1 Arquitectura conceptual de la solución .....	19
7.10.2 Modelos de subsistemas .....	21
7.10.3 Diagrama de procesos .....	26
8. Solución implementada.....	27
9. Conclusiones y comentarios .....	29
10. Glosario de términos.....	30
11. Fuentes consultadas .....	31

## 4. Índice de figuras

Figura 7.1 Organigrama de Novacomp .....	9
Figura 7.2 Captura de requerimientos.....	21
Figura 7.3 Administración de requerimientos .....	22
Figura 7.4 Análisis y diseño de la solución.....	23
Figura 7.5 Aseguramiento de correcta funcionalidad de la solución .....	24
Figura 7.6 Control de cambios de requerimientos .....	25
Figura 7.7 Diagrama de proceso CMMI .....	26

## 5. Índice de tablas

Tabla 7.1 Organización de las áreas de proceso CMMI .....	11
Tabla 7.2 Involucrados en el proyecto y sus funciones .....	14
Tabla 7.3 Resumen de necesidades y expectativas.....	15
Tabla 7.4 Riesgos detectados al inicio del proyecto.....	18

## **6. Introducción**

Este documento cuenta con tres secciones principales: descripción del problema, solución implementada y conclusiones y comentarios.

En la descripción del problema se expondrá el contexto del proyecto así como una breve reseña del quehacer de la empresa, antecedentes, análisis de los riesgos que se presentaron durante el desarrollo del proyecto, los alcances y cómo esto fue evolucionando conforme el proyecto fue avanzando.

En la sección solución implementada se dará explicación a la solución final con la que se resolvió el problema presentado.

Finalmente en conclusiones y comentarios se resolverán interrogantes respecto al grado de cumplimiento de los objetivos propuestos, los documentos generados y se expondrán las experiencias adquiridas durante la práctica de especialidad.

## **7. Descripción del problema**

### **7.1 Acerca de Novacomp**

Novacomp es una empresa costarricense fundada en 1997, especializada en outsourcing de personal en el área de tecnologías de información. Cuenta además con representación en cinco países de Latinoamérica: Panamá, Chile, Colombia, El Salvador y Costa Rica, siendo ésta la casa matriz.

Se distingue por trabajar bajo las modalidades de outtasking, fábrica de software y proyectos por productos, resaltando la versatilidad de servicios que ofrece.

Al ser una empresa orientada principalmente a proyectos, constantemente busca maneras de mejorar la forma en que se realizan los procesos para el desarrollo de éstos. Debido a lo anterior es que nace la idea de preparar la empresa para una evaluación CMMI, modelo para la mejora y evaluación de procesos para el desarrollo, mantenimiento y operación de sistemas de software. Al recibir el nivel 3 de madurez CMMI, Novacomp estaría demostrando a sus actuales y futuros clientes el compromiso de mejora continua y su capacidad de elaborar soluciones software de calidad.

La propuesta de aspirar el nivel 3 de madurez en CMMI lleva varios años sobre la mesa, sin embargo surgió la posibilidad de ser implementada mediante un proyecto de práctica de especialidad de estudiantes universitarios próximos a graduarse, y se decidió aprovechar la oportunidad y avanzar con ese tema en la empresa.

En la figura 7.1 se puede observar el organigrama de la empresa y el área donde se realizó el desarrollo del proyecto.



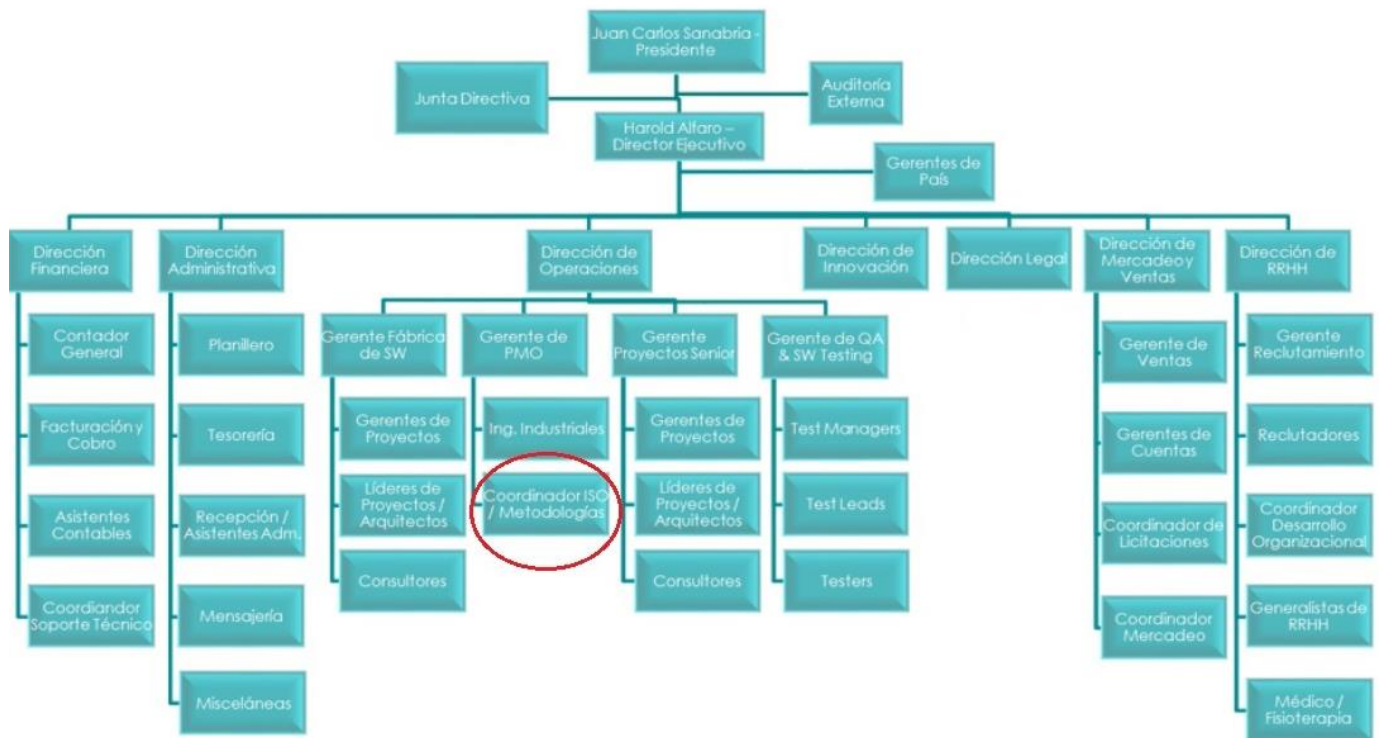


Figura 7.1 Organigrama de Novacom

## 7.2 Acerca de CMMI

CMMI (Capability Maturity Model Integration) es un conjunto de modelos que se basan en mejores prácticas de la gestión de proyectos. Surge alrededor de los años 90's y desde entonces ha ido cambiando, ajustándose a las necesidades que van surgiendo con el paso del tiempo.

CMMI no es una certificación. La norma establece cinco niveles de madurez que se otorgan a las organizaciones en función de si presentan o no un conjunto de características detalladas en el modelo. Posterior a una evaluación SCAMPI (Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement), se determina el nivel de madurez en el que se encuentra la empresa.

Actualmente CMMI cuenta con 25 áreas de proceso que se dividen entre los niveles de madurez. En la tabla 7.1 se puede observar dichas áreas y el nivel de madurez al que pertenecen.

Nivel	Enfoque	Acrónimo	Área de proceso
Nivel 2	Administración básica de proyectos	REQM	Gestión de requerimientos
		PP	Planeación del proyecto
		PMC	Monitoreo y control del proyecto
		SAM	Administración de acuerdos de proveedores
		MA	Medición y análisis
		PPQA	Garantía de calidad del producto y proceso
		CM	Gestión de configuración
Nivel 3	Estandarización de procesos	RD	Desarrollo de requisitos
		TS	Soluciones técnicas
		PI	Integración del producto
		VER	Verificación
		VAL	Validación
		OPF	Enfoque de procesos organizacionales
		OPD	Definición de procesos organizacionales
		OT	Capacitación organizacional
		IPM	Administración del proyecto integrado
		RSKM	Administración de Riesgos
		IT	Equipo de trabajo integrado
		ISM	Administración de proveedores integrados

		DAR	Análisis de decisión y resolución
		OEI	Ambiente organizacional para la integración
Nivel 4	Administración cuantitativa	OPP	Desempeño de procesos organizacionales
		QPM	Administración cuantitativa del proyecto
Nivel 5	Mejoramiento continuo de los procesos	OID	Innovación organizacional y aplicación
		CAR	Análisis causal y resolución

Tabla 7.1 Organización de las áreas de proceso CMMI

Novacomp se encontraba en el nivel 1 de madurez, es decir, el nivel en el que todas las empresas se encuentran inicialmente.

Gracias al proyecto de práctica de especialidad se logra alcanzar el nivel 2 y el nivel 3 completado en un 50%.

### 7.3 Antecedentes del proyecto

Novacomp cuenta actualmente con certificación ISO 9001:2008, que determina los requisitos para un sistema de gestión de calidad.

Pensando en mejorar la eficacia de sus procesos, al implementar CMMI se desea realizar un cambio en cuanto a la filosofía que se tiene respecto al desarrollo de software, ya que se basa principalmente en los métodos que el PM considere necesarios en el momento y no en procedimientos que estén institucionalizados, es decir, que cuenten con una política o plan que los respalde.

Un estándar dedicado propiamente a los procesos de desarrollo de software es requerido con tal de establecer una diferenciación en el mercado, al mejorar el nivel de competitividad con el que cuenta. Esto con el objetivo de atraer más clientes de reconocida calidad internacional y poder establecer mejores alianzas estratégicas comerciales.

Además se pretende tener mejor control, monitorización y seguimiento de los procesos, para poder detectar a tiempo riesgos potenciales que podrían traer repercusiones a los productos o servicios que se ofrecen, evitando así retrasos en cuanto a la planificación del tiempo de los proyectos.

## **7.4 Enunciado del problema**

Novacomp desea alcanzar el nivel 3 del modelo CMMI (Capability Maturity Model Integration), modelo que establece las buenas prácticas que se deberían seguir para la mejora de procesos para el desarrollo, mantenimiento y operación de sistemas de software.

Una empresa que alcance el nivel 3 de CMMI, demuestra que es una empresa que tiene un alto grado de madurez en sus procesos de desarrollo de software, garantizando que los éxitos obtenidos en el pasado puedan ser replicados en los proyectos futuros.

Sin embargo, para alcanzar cualquier grado de madurez es necesaria una evaluación previa por parte de un ente oficial experto en CMMI, el cual en resumen, se encargará de recolectar evidencias que demuestren que la empresa cuenta con la madurez suficiente que garantiza que se alcanzó ese nivel.

El objetivo que se pretende alcanzar con el proyecto es implementar lo estipulado en la norma CMMI en Novacomp, para sentar las bases y dejar la empresa con insumos suficientes ante una evaluación SCAMPI (Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement - Método estándar de evaluación CMMI para la mejora de procesos) y así aspirar el nivel 3 de madurez en CMMI.

Los resultados del proyecto se verán reflejados en mejores oportunidades para desarrollar y participar en proyectos internacionales de mayor exigencia, por lo cual éste tendrá gran impacto en la empresa.

## 7.5 Patrocinadores e involucrados

En la tabla 7.2 se muestra un resumen de los involucrados en el proyecto, puesto en la empresa y las responsabilidades durante el proyecto.

Nombre	Puesto en la empresa	Funciones en la empresa	Responsabilidades en el proyecto
<b>Helberth Román Garita</b>	Gerente de innovación	Encargado de la planeación, implementación, dirección y control de innovaciones y las actividades necesarias para el desarrollo de la empresa	-Dirección del proyecto de implementación de las normas ISO 25000. -Búsqueda de estudiantes practicantes. -Encargado de la supervisión proyecto.
<b>Fabián Rojas Ortega</b>	Encargado de la PMO	Recibir las bitácoras de los colaboradores que están en los diversos proyectos para procesarlas y enviarlas a facturación. Además de gestionar y establecer las políticas que se aplicarán en la empresa.	-Se encarga de dirigir y orientar a los participantes del proyecto. -Asignar labores que se deben realizar para cumplir con el avance del proyecto.
<b>Manuel Bourrouett Vásquez</b>	Practicante	Apoyar en las labores de la PMO	-Encargado del área de CMMI. -Realizar las gestiones para su correcta implementación, tales como generación de artefactos, políticas y revisión de procesos.

<b>Dolger Campos Chavarría</b>	Practicante	Apoyar en las labores de la PMO	-Encargado del área de ISO 25000. -Realizar las gestiones para su correcta implementación, tales como generación de artefactos, políticas y revisión de procesos.
--------------------------------	-------------	---------------------------------	--

Tabla 7.2 Involucrados en el proyecto y sus funciones

## 7.6 Resumen de necesidades y expectativas

En la siguiente tabla 7.3 se resumen las necesidades y expectativas que se tenían al inicio del proyecto.

<b>Necesidad</b>	<b>Prioridad</b>	<b>Problema</b>	<b>Solución actual</b>	<b>Solución propuesta</b>
Revisión de procesos	Alta	Actualmente no se conoce si los procesos cumplen con lo requerido por la norma CMMI	Los procesos se realizan siguiendo la norma ISO 9001:2008	Revisar y comprobar los procesos, en caso de no cumplir o de hacer falta algún requisito de CMMI, documentarlo para posterior revisión.
Redacción de políticas	Alta	CMMI requiere que se establezcan políticas varias.	Ya se cuentan con algunas pero muchas otras aún no.	Comprobar las políticas existentes y crear las que no están implementadas.
Creación de artefactos	Alta	CMMI requiere la	Se cuenta únicamente con	Revisión de artefactos ya hechos

		elaboración de ciertos artefactos para cumplir con la norma.	los requeridos en ISO 9001:2008	y elaborar los faltantes.
Revisión de procesos	Alta	Algunos procesos clave de CMMI no existen o no están estipulados aún en políticas.	Se siguen procesos ya establecidos por la empresa y los requeridos por ISO 9001:2008.	Creación de nuevos procesos y documentar la respectiva política.
Capacitación de personal	Media	La norma incluye procesos nuevos los cuales no son del conocimiento del personal	No se han realizado capacitaciones sobre CMMI.	Dar capacitaciones respecto a la norma a responsables de proyectos (PM's) y éstos a los demás miembros.

Tabla 7.3 Resumen de necesidades y expectativas

## 7.7 Requerimientos no funcionales

**Confiabilidad:** la implementación de CMMI en sí contiene prácticas que ayudan a mejorar la confiabilidad de los procesos.

**Accesibilidad y disponibilidad:** se pretende con el proyecto que las documentaciones y políticas estén disponibles a quienes requieran hacer uso de ellas

en el momento que lo requirieran, ya que actualmente se debe primero hacer la solicitud por correo electrónico a la PMO y luego esperar la respuesta.

**Costo:** se espera aumentar la fiabilidad de la predicción de costos y disminuir el coste por múltiples evaluaciones, entre otras ventajas.

**Rendimiento:** el objetivo que se busca es el de reducir el tiempo y los recursos necesarios para ejecutar los procesos, mejorar la calidad de los productos y la satisfacción de los clientes a través de la optimización de los procesos, ser más competitivos, conseguir que la gente conozca y controle el rendimiento de los procesos.

## 7.8 Análisis de riesgos

En la tabla 7.4 se observan los riesgos que fueron detectados en la etapa inicial del proyecto.

Riesgo #1	
Nombre del riesgo	Falta de interés por parte de PM's
Categoría del riesgo	Personas
Posible causa del riesgo.	Negación a adoptar o seguir nuevas políticas
Impacto que tiene el riesgo para el proyecto.	Evitar que los miembros de proyectos conozcan y sigan las prácticas propuestas
Probabilidad de ocurrencia	No medida
Exposición que se tendrá ante el riesgo	Retraso en la implementación de la norma a toda la empresa
Estrategia de evasión	Capacitar y conversar con PM's acerca de lo importante que es para la empresa
Estrategia de mitigación	Crear conciencia de la importancia de seguir las prácticas



<b>Estrategia de contingencia en caso de que el riesgo se convierta en una realidad.</b>	Llamadas de atención, informar a jefes.
<b>Riesgo #2</b>	
<b>Nombre del riesgo</b>	Falta de disponibilidad de PM's
<b>Categoría del riesgo</b>	Personas
<b>Posible causa del riesgo.</b>	Algunas actividades requieren disponibilidad continua de PM's y estos podrían no tener tiempo
<b>Impacto que tiene el riesgo para el proyecto.</b>	Retraso en procesos
<b>Probabilidad de ocurrencia</b>	No medida
<b>Exposición que se tendrá ante el riesgo</b>	Retraso en la implementación de la norma a toda la empresa
<b>Estrategia de evasión</b>	Buscar horarios que los PM's puedan dedicar su tiempo
<b>Estrategia de mitigación</b>	Nombrar capitanes de proyecto
<b>Estrategia de contingencia en caso de que el riesgo se convierta en una realidad.</b>	Delegar funciones menores de PM's a los capitanes de proyecto
<b>Riego #3</b>	
<b>Nombre del riesgo</b>	Tiempo prolongado de implementación
<b>Categoría del riesgo (tecnológico, personas, políticas, etc., etc.)</b>	Personas
<b>Posible causa del riesgo.</b>	Falta de tiempo debido a que se dedica a otras prioridades

<b>Impacto que tiene el riesgo para el proyecto.</b>	Retraso en la implementación de la norma
<b>Probabilidad de ocurrencia</b>	No medido
<b>Exposición que se tendrá ante el riesgo</b>	Retraso en la implementación de la norma y por lo tanto tardar más en alcanzar los objetivos
<b>Estrategia de evasión</b>	Apartar tiempo de las demás actividades para dedicarlo a la implementación de mejoras
<b>Estrategia de mitigación</b>	Horas extras como incentivo a colaboradores
<b>Estrategia de contingencia en caso de que el riesgo se convierta en una realidad</b>	Contratar más recursos

Tabla 7.4 Riesgos detectados al inicio del proyecto

Respecto al riesgo #1, al inicio del proyecto se mostraba un ambiente de resistencia al cambio por parte de los administradores de proyectos (PM) de la empresa, ya que argumentaban que estaban acostumbrados a realizar las actividades a su manera y que un cambio implicaría desestabilizar los métodos a los que están acostumbrados.

Sin embargo, aumentó el interés por parte de la mayoría de PM's, ya que se logró demostrar la importancia de implementar el modelo de madurez en la empresa, además de que se contó con total apoyo de parte de la alta gerencia.

Lo anterior se vio reflejado en las reuniones semanales que se comenzaron a realizar al poco tiempo de haber comenzado el proyecto, en las que se discutieron nuevas ideas y propuestas sobre la implementación de CMMI en Novacomp. Por lo que éste dejó de representar un riesgo para el avance del proyecto.

El riesgo #2 desapareció, producto de las reuniones semanales que se realizaron en donde se destacó la importancia del papel que juegan los PM's en la implementación

de la norma, lo que mitigó el impacto negativo que se tenía cuando había una mayor falta de interés.

El riesgo #3 llegó a materializarse, ya que en el tiempo que duró la práctica de especialidad se pudo alcanzar el nivel 2 de madurez CMMI, siendo el objetivo inicial el nivel 3.

Sin embargo, el hecho de haber alcanzado el nivel 2 representa un gran avance para la empresa y refleja la importancia que tuvo el proyecto en ella, ya que se fijaron y establecieron bases para que los esfuerzos se retomen en cualquier momento y se logre alcanzar el nivel 3 a finales del presente año.

## **7.9 Objetivos**

### **Objetivo general**

- Realizar las gestiones correspondientes para llevar a cabo la implementación e integración del modelo de madurez CMMI nivel 3 en la empresa Servicios Computacionales Novacomp S.A.

### **Objetivos específicos**

- Elaborar documentación, artefactos y políticas que son requeridas para aspirar al nivel 3 de CMMI.
- Capacitar a un grupo de consultores de Novacomp sobre la norma CMMI y sobre la mejora a los procesos que se pretenden implementar.
- Mejorar la forma en que se administra, monitorea y mejoran los procesos de desarrollo de software con a la norma CMMI.
- Preparar la empresa ante una evaluación SCAMPI.

## **7.10 Modelo de diseño**

### **7.10.1 Arquitectura conceptual de la solución**

Como se mencionó anteriormente, CMMI está dividido en 25 áreas de proceso las cuales pertenecen a los distintos niveles de madurez. Las empresas seleccionan las áreas de procesos que más les convenga y en las que desean implementar las mejores

prácticas CMMI y se enfocan en esas. La flexibilidad de CMMI permite lo anterior por lo que no es necesario que se apliquen la totalidad de las áreas de proceso CMMI para aspirar a cierto nivel. El proyecto de práctica de especialidad se dedicó a las siguientes áreas de proceso: gestión de configuración, gestión de requerimientos, medición y análisis, monitorización y control del proyecto, planificación del proyecto, garantía de calidad del producto y proceso, análisis de decisión y resolución y administración de riesgos.

La ejecución del proyecto se gestionó desde la PMO (Project Manager Office), ya que es la encargada de la implementación de estándares en los proyectos, además de tener cierto grado de influencia sobre los proyectos que se desarrollan, por lo que la implementación de CMMI fue fácilmente monitoreada desde ahí.

Se involucró a personal del área de control de calidad (QA) para obtener información de cómo realizan los procesos de aseguramiento de la calidad antes de poner en marcha la implementación de CMMI. Esto con el objetivo de alinear lo que ya se hace con lo estipulado en la norma CMMI.

Para la generación de artefactos se siguieron los lineamientos presentes en el manual técnico de CMMI, además de consultar ejemplos encontrados en la red como plantillas, entre otros, que sirven como orientación a la hora de construirlos.

Se comenzaron a realizar reuniones semanales, las cuales fueron clave para la solución del problema, ya que se intercambiaron ideas valiosas sobre la implementación de CMMI, se fomentó su desarrollo y además indirectamente se capacitó a los PM's sobre la materia, ya que fueron conociendo su estructura para que en el futuro puedan enfocar las soluciones a sus proyectos contemplando la metodología propuesta.

Los artefactos, que deberán ser utilizados por los PM's o por los encargados de proyectos para la gestión de éstos, servirán como evidencia ante una futura evaluación SCAMPI, misma que establece si se cumple con lo requerido para garantizar el nivel 3 de madurez, por lo que en las reuniones también se hizo énfasis en este punto.

### 7.10.2 Modelos de subsistemas

Una representación gráfica de la implementación de CMMI en la empresa se puede apreciar en los siguientes diagramas:

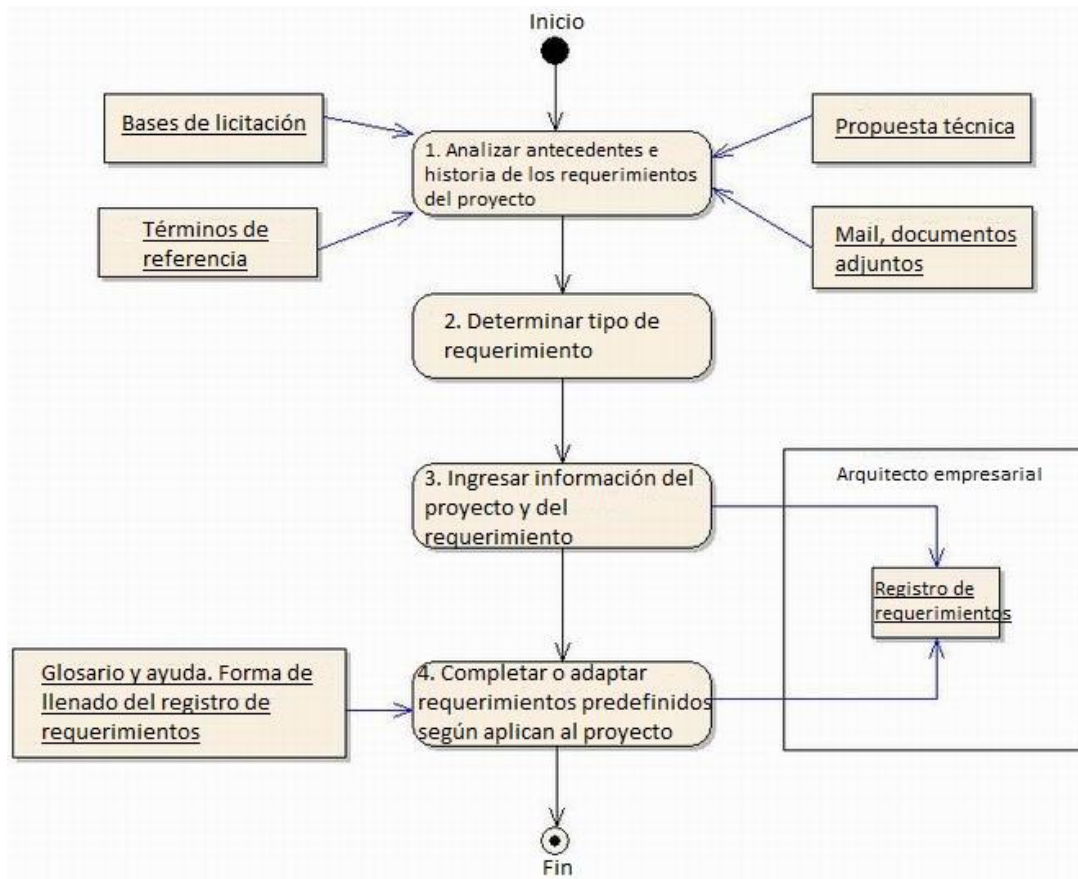


Figura 7.2 Captura de requerimientos

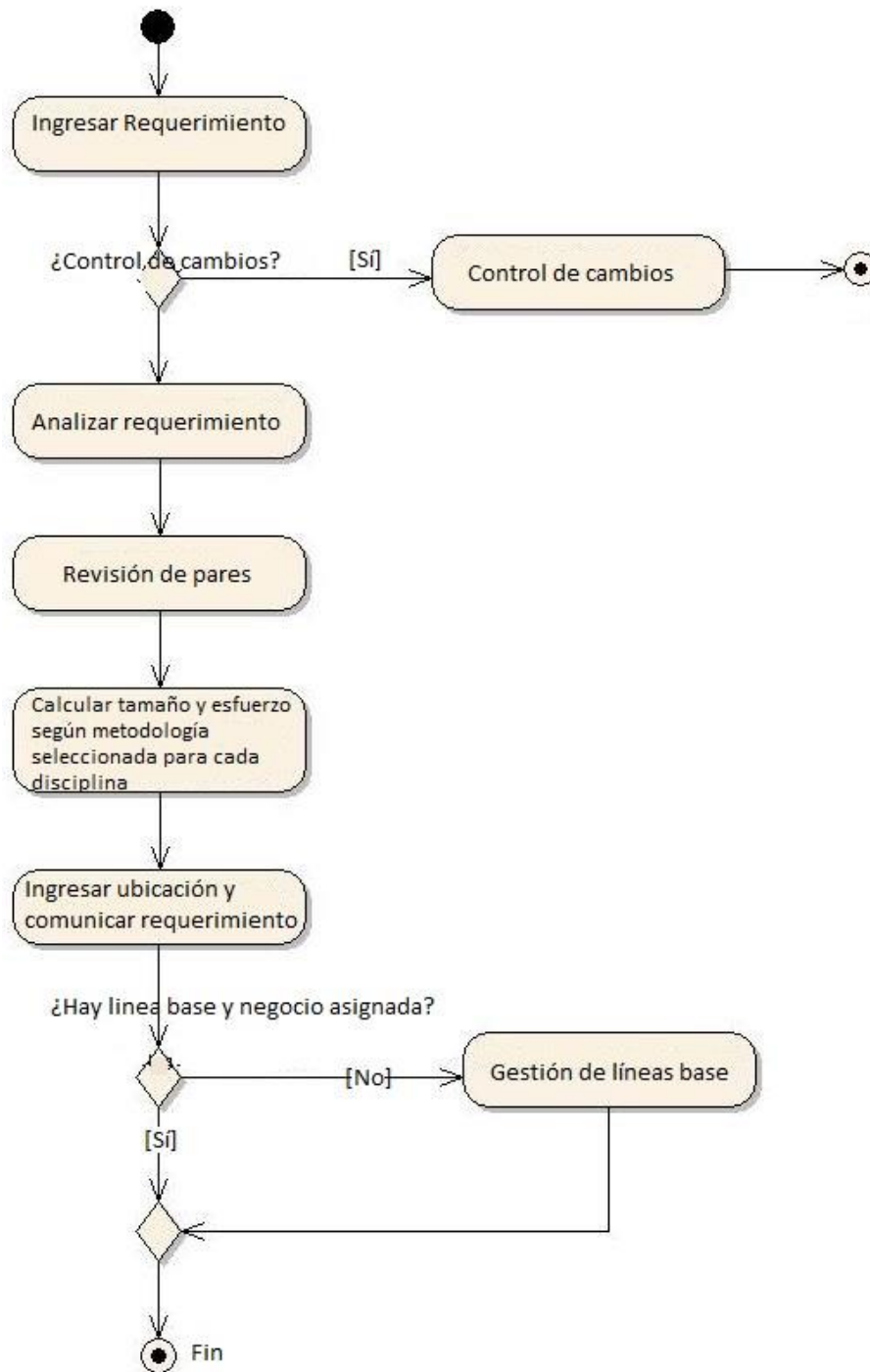
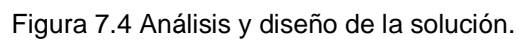


Figura 7.3 Administración de requerimientos



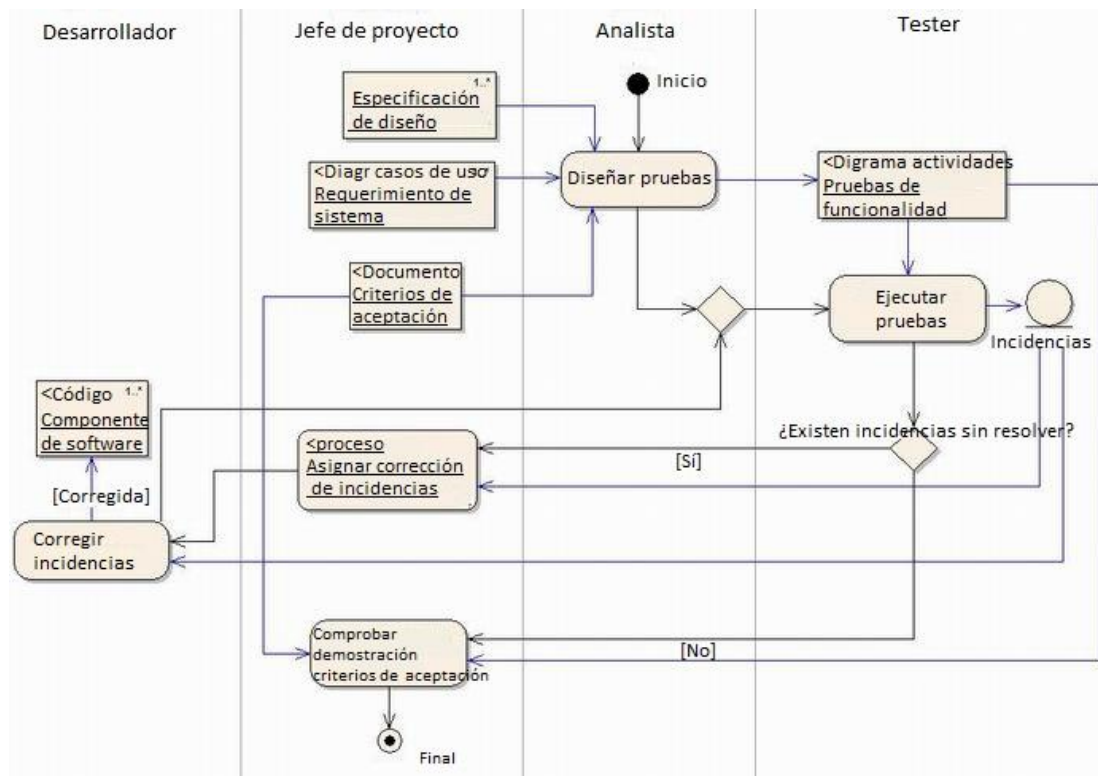


Figura 7.5 Aseguramiento de correcta funcionalidad de la solución



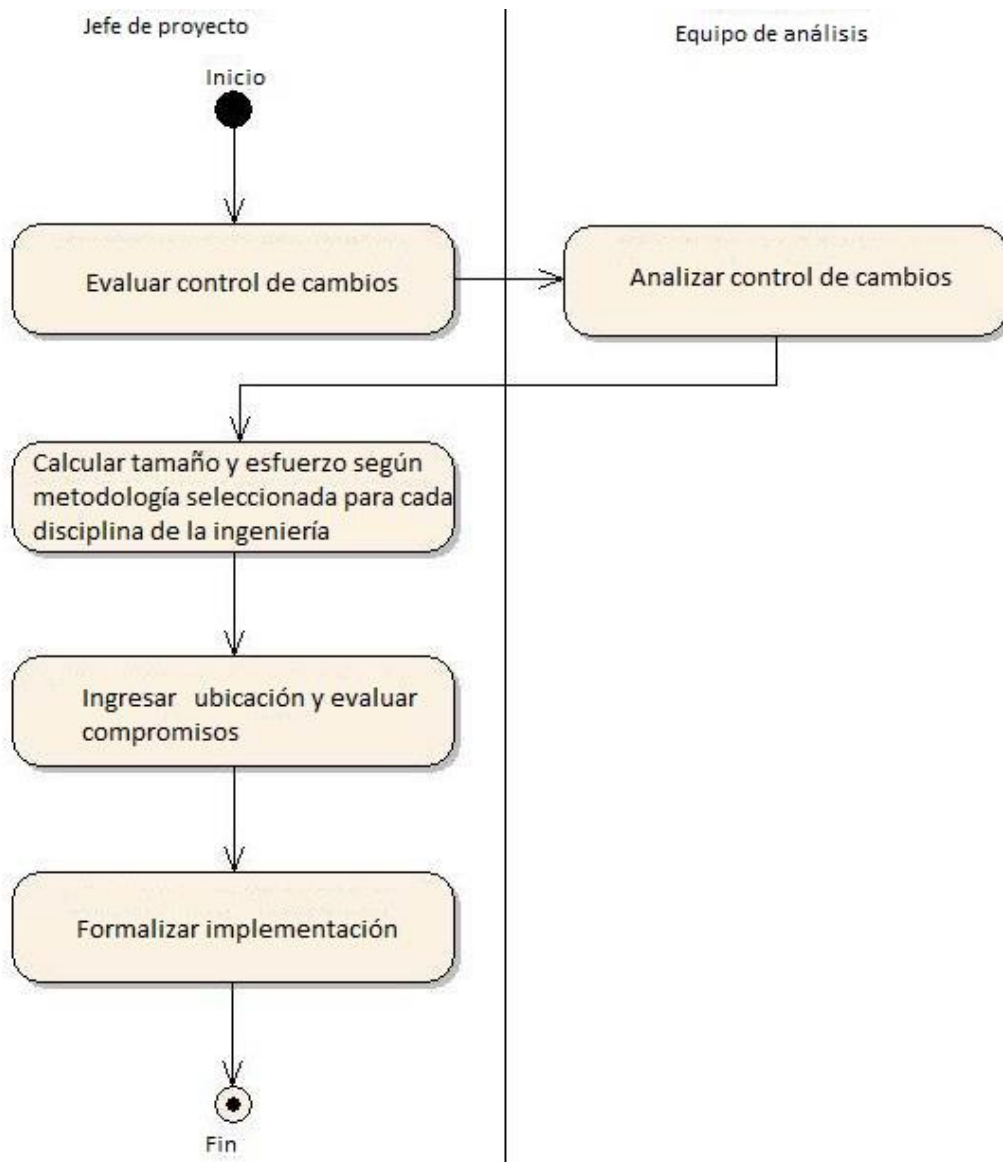


Figura 7.6 Control de cambios de requerimientos

### 7.10.3 Diagrama de procesos

La interacción entre las áreas de proceso CMMI se resume en el siguiente diagrama de proceso:

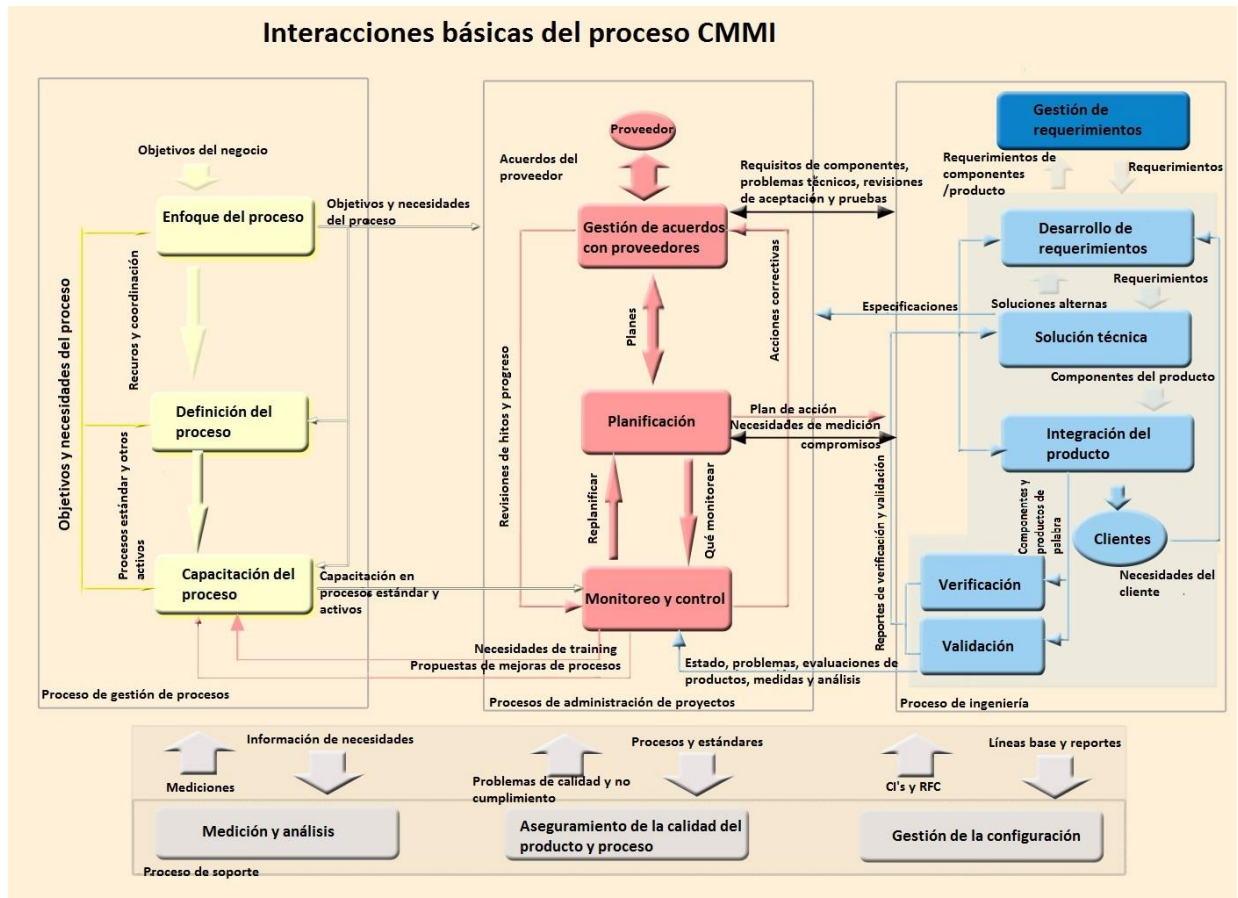


Figura 7.7 Diagrama de proceso CMMI

## 8. Solución implementada

A continuación se detallará la mecánica de la solución final al problema.

### 1. Análisis de necesidades

**a. Investigación:** lo primero que se realizó al comenzar el proyecto fue una amplia investigación sobre el modelo CMMI. Además de analizar la guía del modelo, se consultaron diversos sitios web sobre CMMI para conocer casos de éxito de empresas que lo han implementado y la manera en que lo han hecho.

**b. Generación de lista de chequeo:** Basada en su totalidad en la norma CMMI, se construyó una lista de chequeo la cual contiene las áreas de proceso CMMI, las metas y prácticas específicas y genéricas, y un apartado para la observación de evidencias que respalden si las áreas de proceso de la empresa cumplen con lo establecido en la norma.

**c. Análisis de brechas:** Posterior a la búsqueda de información, con los conceptos aclarados sobre CMMI y con la lista de chequeo generada, se realizó un análisis de brechas a la empresa con el ing. Jason Picado, gerente de proyectos de Novacomp, con quien se realizó una pequeña auditoría para determinar el estado en el que se encuentra la empresa en CMMI, es decir, qué es con lo que se cuenta y con lo que no, respecto a la norma. En ella se utilizó la lista de chequeo para ir comprobando la forma en que se realizan los procesos de desarrollo de software, qué herramientas utilizan, entre otras, con el objetivo de establecer cuánto cumple la empresa con lo estipulado en el modelo contra lo que le hace falta. Se llegó a una conclusión preliminar de que la empresa inicialmente contaba con aproximadamente 35% de cumplimiento con la norma, es decir, se encontraba en el nivel 1 de madurez. Con la finalización del proyecto se logra alcanzar un 50% de cumplimiento para el nivel 3.

**2. Generación de herramientas:** Una vez concluido el análisis de brechas, se determinaron las herramientas o artefactos que estaban haciendo falta para cumplir con la norma CMMI. Estos artefactos se clasifican en:

**a. Procedimientos:** Un procedimiento captura los elementos de un proceso y agrega más información para las responsabilidades funcionales, los objetivos y los métodos a profundidad (CMMI technical report, 2010).

**b. Procesos:** Un conjunto de actividades interrelacionadas, que transforman entradas en salidas, para alcanzar un propósito dado (CMMI technical report, 2010).

**c. Políticas:** Los principios rectores establecidos normalmente por la alta dirección que se adoptan por la organización para influenciar y adoptar decisiones (CMMI technical report, 2010).

La creación de estos artefactos aumenta el porcentaje de implementación de CMMI en la empresa significativamente, demostrando así el impacto que tendrá el proyecto de práctica de especialidad en Novacomp.

**3. Propuesta de la estructura de trabajo basada en CMMI:** una vez concluidas las etapas anteriores, se continuó con el desarrollo de la estructura de trabajo basada en CMMI, en la cual se demuestra la forma en que se deben implementar los artefactos previamente diseñados, los responsables de su utilización y los beneficios que traerá a la empresa en cuanto al desarrollo de software. Capacitaciones sobre CMMI a los administradores de proyectos serán necesarias para exponer la propuesta de estructura de trabajo.

Lo anterior culminará con la institucionalización de los procesos y procedimientos basados en CMMI en la empresa, lo cual se irá realizando progresivamente a través de la PMO.

## 9. Conclusiones y comentarios

- a) El proyecto cumplió su objetivo parcialmente, ya que no se alcanzó el nivel 3 como se pensó en un inicio durante el tiempo que duró la práctica profesional, sin embargo se lograron sentar las bases de CMMI en la empresa, es decir, a partir de los resultados del proyecto la empresa podrá iniciar el proceso de institucionalización de procesos y adaptarlos progresivamente para que estén alineados con la norma y así lograr el nivel 3.
- b) Se completaron los artefactos requeridos por CMMI en las áreas de proceso: gestión de configuración, gestión de requerimientos, medición y análisis, monitorización y control del proyecto, planificación del proyecto, garantía de calidad del producto y proceso, análisis de decisión y resolución y administración de riesgos, tal y como se tenía previsto.
- c) Las experiencias adquiridas durante el desarrollo de la práctica profesional fueron bastantes y muy enriquecedoras para el crecimiento profesional. Se aprendió sobre CMMI, metodología poco conocida en el ámbito nacional y de gran importancia en la industria del software a nivel mundial.
- d) Al desarrollarse el proyecto en la PMO, se vivió de cerca la forma en que se gestionan los proyectos en una empresa de software, conocimiento que resultará de suma importancia para la vida profesional, además se estuvo en contacto con distintos departamentos, lo que permitió tener un amplio panorama sobre el modo de operación de una empresa de software.

## 10. Glosario de términos

**CMMI:** Capability Maturity Model Integration, es modelo para la mejora y evaluación de procesos para el desarrollo, mantenimiento y operación de sistemas de software.

**Artefacto:** las plantillas rellenas colectivamente son denominados artefactos, los cuales dan una idea de qué tipo de procesos han sido seguidos, cómo se implementa un proyecto en particular, cómo se sigue la trazabilidad con los requerimientos de los usuarios, etc.

**Políticas:** declaración de principios generales que la empresa u organización se compromete a cumplir.

**Área de proceso:** representan el conjunto de comportamientos que son considerados como buenas prácticas a realizar en los procesos de desarrollo de software.

**Proceso:** pasos específicos que se siguen para obtener un producto.

**Evaluación:** análisis que se hace en una empresa en donde se recolecta evidencias para comprobar que se alcanzó cierto nivel de madurez.

**Evidencia:** elementos tales como políticas, plantillas o documentos que sirven como insumo para acreditar el nivel de madurez.

**PM:** siglas de Project Manager, es la persona que tiene la responsabilidad total del planeamiento y la ejecución acertada de cualquier proyecto.

**SCAMPI:** Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement, es el proceso de evaluación a las empresas para verificar si sus procesos y metodologías cumplen con el modelo CMMI.

## 11. Fuentes consultadas

Software Engineering Institute (2010). *CMMI para Desarrollo Versión 1.3*. Spanish technical report. Recuperado el 20 de abril de 2017 de:

<http://www.sei.cmu.edu/library/assets/whitepapers/Spanish%20Technical%20Report%20CMMI%20V%201%203.pdf>

Esta obra está bajo la licencia Creative Commons Reconocimiento No Comercial 4.0 Licencia Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visite

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

## CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

Proyecto de graduación defendido públicamente ante el tribunal evaluador, integrado por los profesores Vera Gamboa Guzmán, Rogelio Gonzales Quirós y la Srta. Gloriana Araya Solís, como requisito parcial para optar por el grado de bachillerato en Ingeniería en Computación, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

---

Fabián Rojas Ortega.

Contraparte empresa

---

Rogelio Gonzales Quirós.

Profesor Lector

---

Gloriana Araya Solís.

Lector externo.